ЯДЕРНОЕ ОБЩЕСТВО СССР

Ю. Г. ГРИГОРЬЕВ

ПАМЯТКА населению по радиационной безопасности



МОСКВА ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ 1990

ББК 51.26
Г83
УДК [621.311.25 : 621.039] : 502.55

Григорьев Ю. Г.

Г83 Памятка населению по радиационной безопасности. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 16 с.: ил. – (Ядерное общество СССР).
ISBN 5-283-03410-0

Изложены основные сведения о физике и биологическом действии ионизирующего излучения, а также рекомендации для населения по защите при выбросе радиоактивных веществ в окружающую среду.
Для широкого круга читателей.

Г $\frac{4105060000\text{-}272}{051(01)\text{-}90}$ КБ 4-22-90 **ББК 51.26**

Научно-популярное издание

ГРИГОРЬЕВ ЮРИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ

ПАМЯТКА НАСЕЛЕНИЮ
ПО РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Зав. редакцией *В. В. Климов*
Редактор *О. А. Степеннова*
Художественный редактор *Б. Н. Тумин*
Технический редактор *Е. В. Пронь*
Корректор *С. В. Малышева*

ИБ № 3542
Набор выполнен в издательстве. Подписано в печать с оригинала-макета 25.10.90. Формат 60 X 88 $^1/_{16}$. Бумага офсетная № 2. Печать офсетная. Усл. печ. л. 0,98. Усл. кр.-отт. 1,96. Уч.-изд. л. 1,03. Тираж 350 000 экз. Заказ 1487. Цена 20 к.
Энергоатомиздат, 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10.
Ленинградская типография № 4 ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского объединения "Техническая книга" им. Евгении Соколовой Государственного комитета СССР по печати. 191126, Ленинград, Социалистическая ул., 14.

ISBN 5-283-03410-0

ЧТО ТАКОЕ ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ?

Общие сведения. Название "ионизирующие излучения" объединяет разные по своей физической природе виды излучений. Сходство между ними в том, что все они обладают высокой энергией, реализуют свое биологическое действие через эффекты ионизации и последующее развитие химических реакций в биологических структурах клетки, которые могут привести к ее гибели.

Важно отметить, что ионизирующее излучение не воспринимается органами чувств человека: мы не видим его, не слышим и не чувствуем воздействия на наше тело.

Ионизирующее излучение состоит из заряженных и незаряженных частиц, к которым относятся также и фотоны.

С ионизирующими излучениями население в любом регионе земного шара встречается ежедневно. Это прежде всего так называемый радиационный фон Земли, который складывается из трех компонентов:

космического излучения, приходящего на Землю из Космоса;

излучения от находящихся в почве, строительных материалах, воздухе и воде естественных радиоактивных элементов;

излучения от природных радиоактивных веществ, которые с пищей и водой попадают внутрь организма, фиксируются тканями и сохраняются в теле человека в течение всей его жизни.

Кроме того, человек встречается с искусственными источниками излучения, включая радиоактивные нуклиды (радионуклиды), созданные руками человека и широко применяемые в народном хозяйстве. Сюда относится, например, ионизирующее излучение, используемое в медицинских целях. Поскольку от создавшегося радиационного фона человечество избавиться не может, все усилия должны быть направлены на уменьшение воздействия от источников ионизирующих излучений. А этого добиться можно. Мирное использование ядерной энергии необходимо человечеству, так как оно открывает новые возможности для улучшения жизни людей на Земле. В этом аспекте наиважнейшей задачей является создание максимально безопасной ядерной энергетики. Строго в соответствии с показаниями должно использоваться ионизирующее излучение в медицинской практике.

Виды ионизирующего излучения. Эффективность защиты от ионизирующего излучения в значительной степени зависит от знания его видов и свойств.

Все виды ионизирующего излучения можно подразделить на две группы: электромагнитное, к которому относятся рентгеновское и γ-излучение, и корпускулярное, или излучение разного рода ядерных частиц.

Рентгеновское и γ-излучение принадлежат к широкому спектру электромагнитных излучений и располагаются в нем вслед за радиоволнами, видимым светом, ультрафиолетовыми лучами. Все эти виды излучений различаются длиной волны. Наиболее короткой длиной волны и наибольшей частотой электромагнитных колебаний в этом спектре обладают рентгеновское и γ-излучение. Чем меньше длина волны, тем выше энергия излучения и больше его проникающая способность.

Принято считать, что рентгеновские и γ-лучи испускаются в виде сгустков энергии, которые называются квантами. Энергия, например, γ-кванта кобальта-60 равна 1 330 000 эВ.

Солнце является источником рентгеновского излучения, которое регистрируется только специальными приборами, установленными на спутниках, космических станциях и других космических аппаратах. Это излучение поглощается земной атмосферой, иначе оно бы губительно действовало на все живое. Рентгеновское излучение также генерируется соответствующими аппаратами (ускорителями) для использования их в целях диагностики и лечения больных, а также для других целей.

Гамма-излучение (γ-излучение) сопровождает ядерные реакции и распад многих радиоактивных веществ. Энергия гамма-излучения может иметь различные значения – от десятков тысяч до миллионов электрон-вольт. Гамма-излучение может пройти через человеческое тело. В качестве защиты от γ-излучения эффективно используются свинец, бетон или иные материалы с высоким удельным весом.

К ионизирующим относятся также излучения разного рода ядерных частиц. К числу легких ядерных частиц принадлежат, например, β-частицы, а к числу тяжелых – α-частицы.

Бета-излучение (β-излучение) – это поток электронов и позитронов. Бета-частицы обладают элементарным отрицательным зарядом. Они возникают в ядрах атомов при радиоактивном распаде и тотчас же излучаются оттуда. Бета-частицы могут проходить сквозь слой воды толщиной 1–2 см. Для защиты от β-излучения, как правило, достаточно листа алюминия толщиной несколько миллиметров. При внешнем облучении β-частицами тела человека на открытых поверхностях кожи могут образовываться радиационные ожоги различной тяжести. В случае поступления источников β-излучения в организм с пищей, водой и воздухом происходит внутреннее облучение организма, способное привести к тяжелому лучевому поражению.

Альфа-излучение (α-излучение) – это поток тяжелых положительно заряженных частиц. Они в 7300 раз тяжелее β-частиц. По своей физичес-

кой природе альфа-частицы представляют собой ядра атома гелия: они состоят из двух протонов и двух нейтронов и, следовательно, несут два элементарных положительных электрических заряда. Эти частицы испускаются при радиоактивном распаде некоторых элементов с большим атомным номером, в основном это трансурановые элементы с атомными номерами более 92.

Альфа-излучение обладает большой ионизирующей способностью, но проникает в ткани тела человека на очень малую глубину. При облучении человека α-частицы проникают лишь на глубину поверхностного слоя кожи, защититься от них можно листом обычной бумаги. Их пробег в воздухе не превышает 11 см. Таким образом, в случае внешнего облучения защититься от неблагоприятного действия α-частиц достаточно просто и они, казалось бы, не представляют серьезной угрозы здоровью людей. Положение коренным образом меняется в случае поступления источников α-излучения в организм человека с пищей, водой или воздухом. В этом случае они будут чрезвычайно опасными облучателями организма изнутри.

Нейтроны – нейтральные, не несущие электрического заряда частицы – при оценке радиационной аварийной обстановки могут играть существенную роль. Эти частицы вылетают из ядер атомов при некоторых ядерных реакциях, в частности, при реакциях деления ядер урана или плутония. Нейтроны обладают высокой проникающей способностью. Ионизация среды в поле нейтронного излучения осуществляется заряженными частицами, возникающими при взаимодействии нейтронов с веществом. Отличительной особенностью нейтронного излучения является способность превращать атомы стабильных элементов в их радиоактивные изотопы, что резко повышает опасность нейстронного облучения. От нейтронного излучения хорошо защищают водородсодержащие материалы.

Вполне естественно, что все защитные мероприятия от воздействия ионизирующих излучений основаны на знании свойств каждого вида излучения, характеристики их проникающей способности, особенностей эффектов ионизации.

ПОНЯТИЕ О ДОЗЕ ИЗЛУЧЕНИЯ И ЕДИНИЦАХ ЕЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Человеческий организм поглощает энергию ионизирующих излучений, причем от количества поглощенной энергии зависит степень лучевых поражений.

Для характеристики поглощенной энергии ионизирующего излучения единицей массы вещества используется понятие *поглощенная доза.* Поглощенная доза – это количество энергии, поглощенной облучаемым

веществом и рассчитанной на единицу массы этого вещества. Единица поглощенной дозы в Международной системе единиц (СИ) – грей (Гр)

1 Гр = 1 Дж/кг.

Для оценки поглощенной дозы используется также внесистемная единица – рад:

1 рад = 0,01 Дж/кг; 1 Гр = 100 рад.

Рад является весьма крупной единицей измерения, и поэтому дозы облучения обычно выражаются в долях рад – сотых (сантирад), тысячных (миллирад) и миллионных (микрорад).

Например, радиационный фон Земли измеряется в миллиардах рад, а доза, полученная пациентом при однократном рентгеновском просвечивании желудка, составляет несколько рад.

Для оценки радиационной обстановки на местности, в рабочем или жилом помещениях, обусловленной воздействием рентгеновского или γ-излучения, используют *экспозиционную дозу* облучения. В СИ единица экспозиционной дозы – кулон на килограмм (Кл/кг). Однако на практике чаще используют внесистемную единицу – рентген (Р). Соотношение между этими единицами следующее: 1 Р = $2{,}58 \cdot 10^{-4}$ Кл/кг.

Поглощенной дозе 1 рад соответствует экспозиционная доза, примерно равная 1 Р, т. е.

1 рад $\approx$ 1 Р.

При облучении живых организмов возникают различные биологические эффекты, разница между которыми при одной и той же поглощенной дозе объясняется разными видами облучения. Принято сравнивать биологические эффекты, вызываемые любыми ионизирующими излучениями, с эффектами от рентгеновского и γ-излучения, т. е. вводится понятие об *эквивалентной дозе*.

В СИ единица эквивалентной дозы – зиверт (Зв). Существует также внесистемная единица эквивалентной дозы ионизирующего излучения – бэр (биологический эквивалент рентгена).

Коэффициент, показывающий, во сколько раз оцениваемый вид излучения биологически опаснее, чем рентгеновское и γ-излучение при одинаковой поглощенной дозе, называется *коэффициентом качества излучения* (K). Для рентгеновского и γ-излучения $K = 1$.

Таким образом, эквивалентная доза определяется произведением поглощенной дозы на коэффициент качества излучения:

1 рад $\times K$ = 1 бэр;

1 Гр $\times K$ = 1 Зв.

При прочих равных условиях доза ионизирующего излучения тем больше, чем больше время облучения, т. е. доза накапливается со временем. Доза, отнесенная к единице времени, называется *мощностью*

дозы. Так, если мы говорим, что мощность экспозиционной дозы γ-излучения составляет 1 Р/ч, то это значит, что за 1 ч облучения человек получит дозу, равную 1 Р.

Выше уже говорилось, что элементы, испускающие различные виды ионизирующего излучения, называются радиоактивными. Ионизирующее излучение возникает в результате ядерных превращений, радиоактивного распада атомов. С этим явлением связано понятие *активность радиоактивного источника* (радионуклида). Активность – физическая величина, характеризующая число радиоактивных распадов в единицу времени, чем больше радиоактивных превращений происходит в единицу времени, тем выше активность. В качестве единицы активности принят беккерель (Бк) – один распад в секунду.

Как измерить ионизирующее излучение, как определить мощность поглощенной дозы? Ведь это чрезвычайно важно для определения допустимого времени пребывания человека на загрязненной территории. Для обнаружения ионизирующих излучений, измерения их энергии и других свойств, применяются приборы, называемые *детекторами (дозиметрами)*. Дозиметры могут быть индивидуального пользования или более сложной конструкции для комплектации оснащения специализированных дозиметрических подразделений.

ОПАСНЫЕ И НЕОПАСНЫЕ ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ

В настоящее время хорошо известно, что в среднем доза облучения от всех естественных источников ионизирующего излучения составляет в год около 200 мР, хотя это значение может колебаться в разных регионах земного шара от 50 до 1000 мР/год и более (табл. 1).

Таблица 1. **Природные источники ионизирующего излучения**

Источники	Средняя годовая доза		Вклад в дозу, %
	бэр	Зв	
Космос (излучение на уровне моря)	30	0,30	15,1
Земля (грунт, вода, строительные материалы)	50–130	0,5–1,3	68,8
Радиоактивные элементы, содержащиеся в тканях тела человека (^{40}K, ^{14}C и др.)	30	0,30	15,1
Другие источники	2	0,02	1,0
Средняя суммарная годовая доза	200,0	2,0	–

Наши дома построены из камня, кирпича, бетона или дерева, в которых содержатся различные по виду и количеству природные радиоактивные элементы. Плохая вентиляция, особенно в домах с плотно закрывающимися окнами, может увеличить дозу облучения, обусловленную вдыханием радиоактивного газа радона, который образуется

при естественном распаде радия, содержащегося во многих горных породах и строительных материалах, а также в почве.

Доза, получаемая человеком в результате воздействия космического излучения, зависит также от высоты над уровнем моря: чем выше над уровнем моря, тем больше годовая доза.

Люди, постоянно пользующиеся самолетом, дополнительно подвергаются незначительному облучению. Как уже было сказано выше, мы подвергаемся облучению при использовании ионизирующего излучения в целях диагностики и лечения. Имеются и другие источники излучения, созданные руками человека (табл. 2).

Таблица 2. **Искусственные источники излучения и человек (оценка средних годовых доз)**

Источник	Годовая доза		Доля от природного фона, % (до 200 мбэр)
	мбэр	мЗв	
Медицинские приборы (флюорография 370 мбэр, рентгенография зуба 3 бэра, рентгеноскопия легких 2–8 бэр)	100–150	1,0–1,5	50–75
Полеты в самолете (расстояние 2000 км, высота 12 км) – 5 раз в год	2,5–5,0	0,02–0,05	1,0–2,5
Телевизор (просмотр программ по 4 ч в день)	1,0	0,01	0,5
АЭС	0,1	0,001	0,05
ТЭЦ (на угле) на расстоянии 20 км	0,6–6,0	0,006–0,06	0,3–3,0
Глобальные осадки от испытаний ядерного оружия	2,5	0,02	1,0
Другие источники	40	–	–
Итого	150–200 мбэр/год		

Нормативными документами установлены, например, для АЭС, пределы облучения персонала и населения, которые составляют соответственно 5 и 0,5 рад за год. Эти уровни доз являются потенциально неопасными. При выполнении аварийных работ максимально накопленная доза не должна превышать 25 рад.

Доза, получаемая за счет существующего фона излучения и от других источников излучения за 70 лет жизни, составит около 14–15 бэр. Неблагоприятного действия от этого уровня излучения на здоровье детей и взрослых не установлено.

Известно, что при дозах облучения примерно 10 рад не наблюдается каких-либо изменений в органах и тканях организма человека. Клинически определяются кратковременные незначительные изменения состава крови лишь при однократном облучении дозой 25–75 рад. Развитие лучевой болезни наблюдается при облучении дозой более 100 рад.

Лучевая болезнь тяжелой степени может развиться после однократного облучения всего тела дозой 400 рад и более.

Таким образом, каждый житель Земли на протяжении всей своей жизни ежегодно облучается дозой в среднем 250–400 мбэр. Это уже обычное состояние среды обитания человека.

При вдыхании воздуха, содержащего пылевидные радиоактивные вещества, попадание твердых радиоактивных частичек в органы дыхания зависит от их размеров. Установлено, что частицы пыли размером менее 0,1 мкм ведут себя так же, как и молекулы газа, т. е. при вдохе они попадают вместе с воздухом в легкие, а при выдохе удаляются вместе с выдыхаемым воздухом. В легких может остаться только незначительная часть таких частиц. Крупные частицы (размером более 5 мкм) почти все задерживаются в носовой полости.

Проникновение радиоактивных загрязнений через раны, кожу или пищеварительный тракт можно предотвратить, если соблюдать соответствующие меры предосторожности: мыть руки, носить защитные перчатки и т. п.

Степень опасности зависит также от скорости выведения веществ из организма. Если радионуклиды, попавшие внутрь организма, однотипны с элементами, которые потребляются человеком с пищей (натрий, хлор, калий и др.), то они достаточно быстро выводятся.

Некоторые радиоактивные вещества, попадая в организм, распределяются в нем более или менее равномерно, другие концентрируются в отдельных внутренних органах. Так, в костной ткани откладываются источники γ-излучения (радий, уран, плутоний), β-излучения (стронций и иттрий) и γ-излучения (цирконий). Эти элементы, химически связанные с костной тканью, очень трудно выводятся из организма. Элементы, образующие в организме легкорастворимые соли и накапливающиеся в мягких тканях, легко удаляются из организма.

РЕКОМЕНДАЦИИ НАСЕЛЕНИЮ

После получения уведомления по радио (или через другие средства оповещения) о радиационной опасности населению рекомендуется незамедлительно сделать следующее:

Укрыться в жилых домах. Важно знать, что стены деревянного дома ослабляют ионизирующее излучение в 2 раза, а кирпичного – в 10 раз! Заглубленные укрытия (подвалы) еще больше ослабляют дозу излучения: с деревянным покрытием в 7 раз, с кирпичным или бетонным в 40–100 раз.

Принять меры защиты от проникновения в квартиру (дом) радиоактивных веществ с воздухом: закрыть форточки, уплотнить рамы и дверные проемы.

Сделать запас питьевой воды; набрать воду в закрытые емкости, подготовить простейшие средства санитарного назначения (например, мыльные растворы для обработки рук), перекрыть краны.

Провести экстренную иодную профилактику (как можно раньше, но только после специального оповещения!). Иодная профилактика заключается в приеме препаратов стабильного иода: иодистого калия или водно-спиртового раствора иода. При этом достигается 100%-ная степень защиты от накопления радиоактивного иода в щитовидной железе.

Иодистый калий следует принимать после еды вместе с чаем, киселем или водой 1 раз в день в течение 7 сут :

детям до двух лет – по 0,040 г на один прием;

детям старше двух лет и взрослым – по 0,125 г на один прием. Водно-спиртовой раствор иода нужно принимать после еды 3 раза в день в течение 7 сут:

детям до двух лет – по 1–2 капли 5%-ной настойки на 100 мл молока (консервированного) или питательной смеси;

детям старше двух лет и взрослым – по 3–5 капель на стакан молока (консервированного) или воды.

Наносить на поверхность кистей рук настойку иода в виде сетки 1 раз в день в течение 7 сут.

Начать готовиться к возможной эвакуации. Подготовить документы и деньги, предметы первой необходимости, упаковать лекарства, к которым вы часто обращаетесь, минимум белья и одежды (1–2 смены). Собрать запас имеющихся у вас консервированных продуктов, в том числе молоко для детей на 2–3 дня. Собранные вещи следует упаковать в полиэтиленовые мешки и пакеты и уложить их в помещении, наиболее защищенном от проникновения внешнего загрязнения (удаленном от окон, дверей и т. д.).

Постараться выполнить следующие правила:

использовать в пищу только консервированное молоко и пищевые продукты, хранившиеся в закрытых помещениях и не подвергавшиеся радиоактивному загрязнению. Не пить молоко от коров, которые продолжают пастись на загрязненных полях – радиоактивные вещества уже начали циркулировать по так называемым биологическим цепочкам;

не употреблять овощи, которые росли в открытом грунте и сорваны после начала поступления радиоактивных веществ в окружающую среду;

не пить воду из открытых источников и из водопровода после официального объявления радиационной опасности; накрыть колодцы пленкой или крышками;

избегать длительных передвижений по загрязненной территории, особенно по пыльной дороге или траве, не ходить в лес, воздержаться от купания в ближайших водоемах.

сменить обувь, входя в помещение с улицы ("грязную" обувь следует оставить на лестничной площадке или на крыльце).

В случае передвижения по открытой местности необходимо использовать подручные средства защиты:

органов дыхания – прикрыть рот и нос смоченными водой марлевой повязкой, носовым платком, полотенцем или любой частью одежды;

кожи и волосяного покрова – прикрыть любыми предметами одежды, головными уборами, косынками, накидками, перчатками. Если вам крайне необходимо выйти на улицу, то рекомендуем надеть резиновые сапоги.

Особо обращаем ваше внимание, что употребление алкоголя в этот период – период максимального стрессового напряжения – может повлиять на правильность принятия решения. Многочисленными исследованиями установлено, что прием алкоголя не оказывает профилактического действия при облучении организма человека, а наоборот, усугубляет развитие лучевого поражения.

**ДИСЦИПЛИНА И ОРГАНИЗОВАННОСТЬ,
СТРОГОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ БЕЗ СПЕШКИ ДАННЫХ РЕКОМЕНДАЦИЙ
ЗНАЧИТЕЛЬНО УМЕНЬШАЮТ ЛУЧЕВУЮ НАГРУЗКУ
И БУДУТ СПОСОБСТВОВАТЬ СОХРАНЕНИЮ ВАШЕГО ЗДОРОВЬЯ**

**ОПЫТ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙ НА АЭС
ПОКАЗАЛ ВЫСОКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
РЕКОМЕНДУЕМЫХ МЕРОПРИЯТИЙ**

**ПРИ ОБЪЯВЛЕНИИ ОПАСНОГО ПОЛОЖЕНИЯ
Н Е С П Е Ш И Т Е !**

**ВРЕМЕНИ ДЛЯ ТЩАТЕЛЬНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ
ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ
У ВАС ДОСТАТОЧНО!**

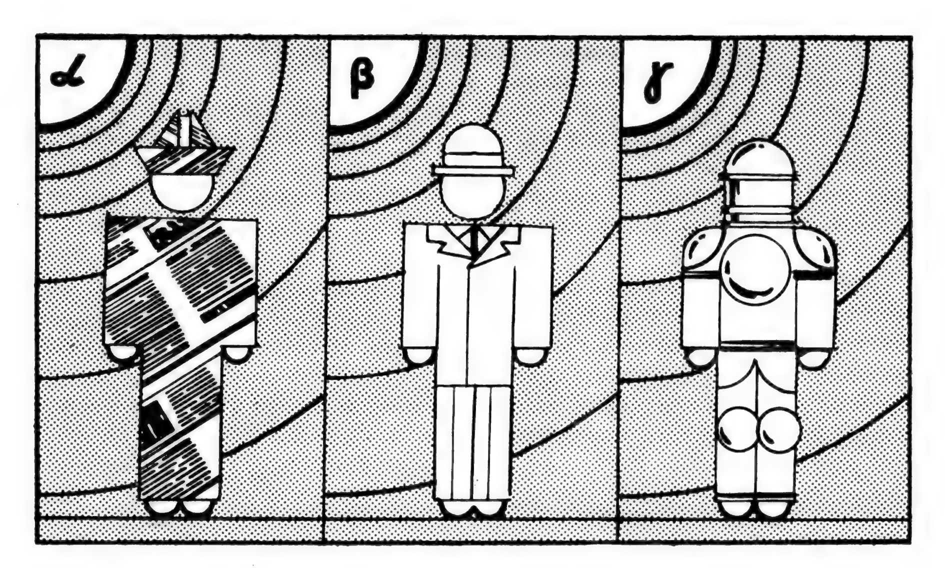


Рис. 1. Проникающая способность видов ионизирующего излучения различна: α-излучение можно затормозить тонким листом бумаги, β-излучение поглощается одеждой, γ-излучение ослабляется стенами домов, металлическими конструкциями

Рис. 2. Начинайте проводить защитные мероприятия после уведомления по радио (или посредством других средств оповещения) о радиационной опасности

Рис. 3. Стены дома ослабляют ионизирующее излучение в несколько раз, а облицованные камнем подвалы – в несколько десятков раз

Рис. 4. Закройте форточки, уплотните рамы и дверные проемы, перекройте вентиляционные системы с подсосом наружного воздуха – это резко снизит проникновение радиоактивных веществ в квартиры (дома)

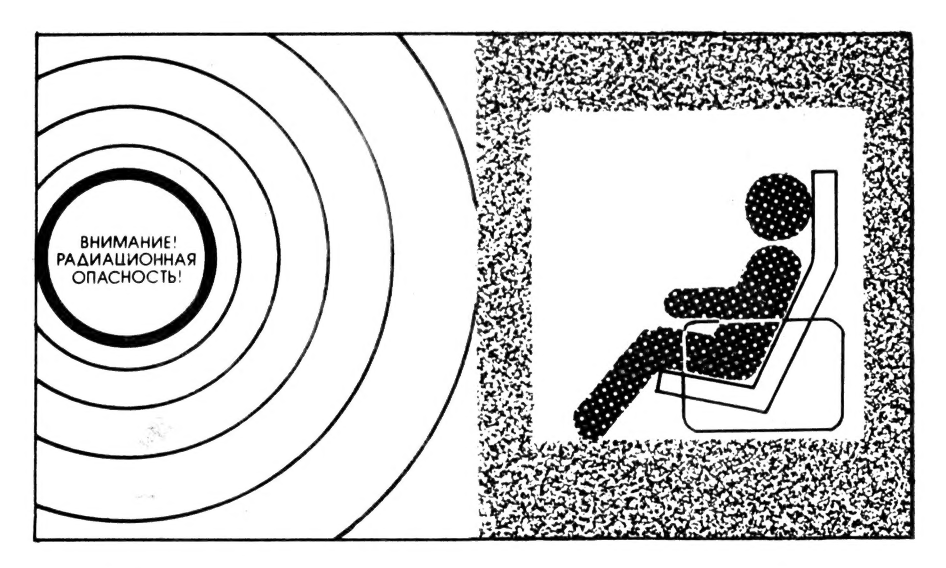


Рис. 5. Рекомендуем максимальное время находиться в помещении. Выходите на улицу только при крайней необходимости. Не ходите по обочинам дорог, по траве, в лес

Рис. 6. Тщательно защищайте кожные покровы, дыхательные пути, волосы любыми имеющимися в распоряжении средствами (полиэтиленовой пленкой, косынкой, плащом, курткой и т.п.)

Рис. 7. Сделайте запасы питьевой воды, минимально используйте воду из водопровода, не применяйте воду из открытых источников

Рис. 8. Прием иодистых препаратов обеспечит защиту щитовидной железы от накопления радиоактивного иода. Используйте иодистые препараты в строго рекомендованных дозировках

20 к.

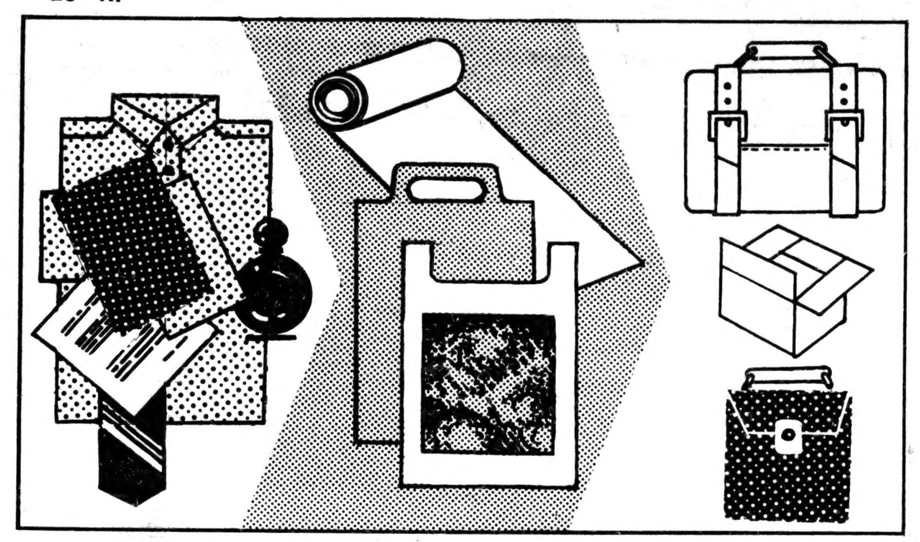


Рис. 9. Будьте готовы к эвакуации – соберите необходимые документы и вещи. Желательно собранные вещи, находящиеся в чемоданах, сумках, коробках и т.п., поместить в полиэтиленовые мешки, пакеты и т.п.

Рис. 10. Категорически запрещено употреблять молоко от скота, который находился на пастбище в момент аварии или после нее. Нельзя пользоваться овощами (выращенными в открытом грунте) до того, как они пройдут дозиметрический контроль. Нельзя также употреблять в пищу рыбу, выловленную в открытых водоемах